

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2001-177775**
 (43)Date of publication of application : **29.06.2001**

(51)Int.Cl. **H04N 5/335**
H01L 27/146

(21)Application number : **2000-306443** (71)Applicant : **CANON INC**
 (22)Date of filing : **05.10.2000** (72)Inventor : **KOIZUMI TORU**

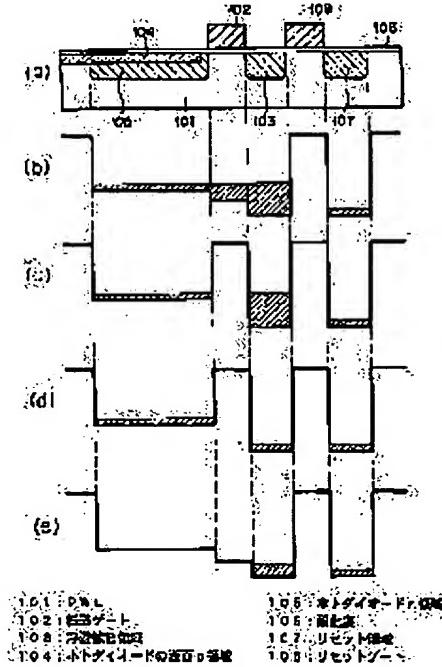
(30)Priority
 Priority number : **11284464** Priority date : **05.10.1999** Priority country : **JP**

(54) SOLID-STATE IMAGE SENSING DEVICE, IMAGE SENSING SYSTEM, AND DRIVING METHOD FOR THE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid-state image sensing device which has low power consumption and less noise.

SOLUTION: In a method for driving the solid-state image sensing device provided with pixels which have photoelectric conversion parts 104 and 105 and output means 102 and 103 which output signals from photoelectric conversion parts, photoelectric charge stored in photoelectric conversion part during a storage period of one unit is divided and read out through output means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] **23.02.2001**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] **3667220**

[Date of registration] 15.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-177775

(P2001-177775A)

(43)公開日 平成13年6月29日(2001.6.29)

(51)Int.Cl.
H 0 4 N 5/335

H 0 1 L 27/146

識別記号

F I
H 0 4 N 5/335

H 0 1 L 27/14

テマコード(参考)
Z 4 M 1 1 8
E 5 C 0 2 4
P A

審査請求 有 請求項の数30 O L (全14頁)

(21)出願番号 特願2000-306443(P2000-306443)
(22)出願日 平成12年10月5日(2000.10.5)
(31)優先権主張番号 特願平11-284464
(32)優先日 平成11年10月5日(1999.10.5)
(33)優先権主張国 日本(JP)

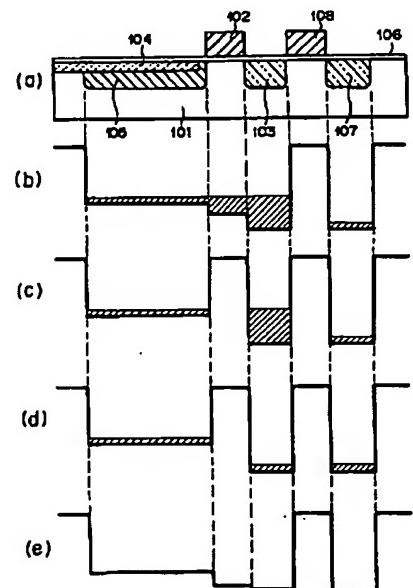
(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)発明者 小泉 淳
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(74)代理人 100065385
弁理士 山下 積平
Fターム(参考) 4M118 AA04 AA05 AA10 AB01 BA14
CA04 DB01 DD09 DD10 DD11
DD12 FA06 FA38
5C024 CX03 CX53 EX31 EX42 GX03
GX04 GY31 GY35 HX17 HX28
HX50

(54)【発明の名称】 固体撮像装置、撮像システム及び固体撮像装置の駆動方法

(57)【要約】

【課題】 低消費電力で、ノイズの少ない固体撮像装置とする。

【解決手段】 光電変換部104, 105と、光電変換部から信号を出力する出力手段102, 103とを有する画素を備えた固体撮像装置の駆動方法において、一単位の蓄積期間中に光電変換部に蓄積された光電荷を分割して出力手段を介して読み出す。



101 : PWL
102 : リセットゲート
103 : 保持電容器
104 : ボトダイオード
105 : ボトダイオード
106 : リセットゲート
108 : リセットゲート

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光電変換部と、該光電変換部から信号を出力する出力手段とを有する画素を備えた固体撮像装置の駆動方法において、

一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を分割して前記出力手段を介して読み出すことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 2】 前記分割されて読み出された出力信号にそれぞれノイズ抑制処理を施した後、加算する請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 3】 前記分割されて読み出された出力信号をそれぞれ保持し、それらを加算した後、あるいは加算しながら水平走査を行う請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 4】 前記光電変換部からの信号を複数の出力手段から分割して読み出す請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 5】 前記光電変換部が一回の転送動作で完全空乏化しないようなりセット電圧を前記出力手段の電荷電圧変換部に与えてリセットを行う請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 6】 前記リセット電圧は、前記光電変換部の飽和電荷量 Q_{SAT} に対応した、前記光電変換部の空乏化電圧 V_{DEP} より、前記電荷電圧変換部の電圧値 VFD_{SAT} が低くなるような値の前記リセット電圧である請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 7】 前記光電変換部が完全空乏化しないよう該光電変換部に蓄積された光電荷の一部を前記出力手段の電荷電圧変換部に読み出す初回の読み出し工程と、前記初回の読み出し工程の後、前記電荷電圧変換部をリセットするリセット工程と、該リセット工程の後、該光電変換部が完全空乏化するよう該光電変換部に蓄積された残りの光電荷を前記電荷電圧変換部に読み出す最後の読み出し工程と、を含む請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 8】 前記光電変換部が一回の転送動作で完全空乏化しないようなりセット電圧を前記出力手段の電荷電圧変換部に与えてリセットを行う第 1 のリセット工程と、

該光電変換部に蓄積された光電荷の一部を前記電荷電圧変換部に読み出す初回の読み出し工程と、

該初回の読み出し工程の後、前記電荷電圧変換部をリセットする第 2 のリセット工程と、

該第 2 のリセット工程の後、該光電変換部に蓄積された残りの光電荷を前記電荷電圧変換部に読み出す最後の読み出し工程と、

を含む請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 9】 前記出力手段は、半導体拡散領域と、該半導体拡散領域に発生した該電圧信号を増幅するトランジスタと、該光電変換部から該半導体拡散領域に光電荷

を転送する転送ゲートと、該半導体拡散領域に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセットスイッチと、を有する請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 10】 前記出力手段は、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電荷電圧変換部に発生した該電圧信号を増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセット手段と、を有する請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 11】 光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電荷電圧変換部に発生した該電圧信号を増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセット手段と、を有する固体撮像装置の駆動方法であって、

一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を、前記光電変換部から読み出す読み出し期間において、

前記光電荷の一部を前記光電変換部から前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を信号出力線に読み出す初回の読み出し動作を行った後、

前記電荷電圧変換部をリセットし、前記光電荷の残りを前記光電変換部から前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を前記信号出力線に読み出す最後の読み出し動作を行うことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 12】 前記初回の読み出し動作及び最後の読み出し動作により読み出された出力信号にそれぞれノイズ抑制処理を施した後、加算する請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 13】 前記初回の読み出し動作及び最後の読み出し動作により読み出された出力信号をそれぞれ保持し、それらを加算した後、あるいは加算しながら水平走査を行う請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 14】 前記光電変換部からの信号を複数の出力手段から分割して読み出す請求項 5 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 15】 前記光電変換部の飽和電荷量 Q_{SAT} に対応した、前記光電変換部の空乏化電圧 V_{DEP} より、前記電荷電圧変換部の電圧値 VFD_{SAT} が低くなるような値の前記リセット電圧を与える請求項 1 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 16】 前記初回の読み出し動作の後であって、前記最後の読み出し動作の前に、前記電荷電圧変換部をリセットし、前記光電荷の一部を前記光電変換部から前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を前記信号出力線に読み出す中間の読

み出し動作を少なくとも1回行う請求項11に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項17】 光電変換部と、該光電変換部から信号を出力する出力手段とを有する画素を備えた固体撮像装置において、

一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を分割して前記出力手段を介して読み出す回路を具備することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項18】 前記分割されて読み出された出力信号にそれぞれノイズ抑制処理を施すノイズ抑制回路と、ノイズ抑制処理がされた該出力信号を加算する加算回路とを具備する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項19】 前記分割されて読み出された出力信号をそれぞれ保持する保持回路と、保持された該出力信号を加算した後、あるいは加算しながら水平走査を行う走査回路とを具備する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項20】 前記光電変換部からの信号を複数の出力手段から分割して読み出すための複数の転送ゲートを具備する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項21】 前記光電変換部が一回の転送動作で完全空乏化しないようリセット電圧を前記出力手段の電荷電圧変換部に与えてリセットを行いうリセットスイッチを具備する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項22】 前記リセット電圧は、前記光電変換部の飽和電荷量 Q_{SAT} に対応した、前記光電変換部の空乏化電圧 V_{DEP} より、前記電荷電圧変換部の電圧値 $V_{FD_{SAT}}$ が低くなるような値の前記リセット電圧である請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項23】 前記光電変換部が完全空乏化しないように該光電変換部に蓄積された光電荷の一部を前記出力手段の電荷電圧変換部に読み出す初回の読み出し工程と、

前記初回の読み出し工程の後、前記電荷電圧変換部をリセットするリセット工程と、

該リセット工程の後、該光電変換部が完全空乏化するように該光電変換部に蓄積された残りの光電荷を前記電荷電圧変換部に読み出す最後の読み出し工程と、

を行うように制御する制御回路を具備する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項24】 前記光電変換部が一回の転送動作で完全空乏化しないようリセット電圧を前記出力手段の電荷電圧変換部に与えてリセットを行いう第1のリセット工程と、

該光電変換部に蓄積された光電荷の一部を前記電荷電圧変換部に読み出す初回の読み出し工程と、

該初回の読み出し工程の後、前記電荷電圧変換部をリセットする第2のリセット工程と、

該第2のリセット工程の後、該光電変換部に蓄積された残りの光電荷を前記電荷電圧変換部に読み出す最後の読み出し工程と、

を行うように制御する制御回路を具備する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項25】 前記出力手段は、半導体拡散領域と、該半導体拡散領域に発生した該電圧信号を増幅するトランジスタと、該光電変換部から該半導体拡散領域に光電荷を転送する転送ゲートと、該半導体拡散領域に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセットスイッチと、を有する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項26】 前記出力手段は、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電荷電圧変換部に発生した該電圧信号を増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセット手段と、を有する請求項17に記載の固体撮像装置。

【請求項27】 光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電荷電圧変換部に発生した該電圧信号を増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセット手段と、を有する固体撮像装置であつて、

一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を、前記光電変換部から読み出す読み出し期間において、

前記光電変換部から前記光電荷を前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を信号出力線に読み出す初回の読み出し動作を行った後、前記電荷電圧変換部をリセットし、前記光電変換部から前記光電荷を前記電荷電圧変換部に転送し、前記増幅手段により増幅された出力信号を前記出力線に読み出す最後の読み出し動作を行うように制御する制御回路を具備することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項28】 前記光電変換部は埋め込み型のホトダイオードであることを特徴とする請求項17又は請求項27に記載の固体撮像装置。

【請求項29】 請求項17又は請求項27に記載の固体撮像装置と、

該固体撮像装置へ光を結像する光学系と、該固体撮像装置からの出力信号を処理する信号処理回路とを有することを特徴とする撮像システム。

【請求項30】 請求項17又は請求項27に記載の固体撮像装置と、該固体撮像装置へ光を結像する光学系と、該固体撮像装置の露光時間を定めるための機械式シャッターと、該固体撮像装置からの出力信号を処理する信号処理回路とを有することを特徴とする撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は固体撮像装置、撮像

システム及び固体撮像装置の駆動方法に係わり、特に光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電圧信号を信号増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に任意の電圧を入力する手段と、を有する固体撮像装置、撮像システム及び固体撮像装置の駆動方法に好適に用いられるものである。

【0002】

【従来の技術】固体撮像装置の代表的なものには、ホトダイオードおよびCCDシフトレジスタからなるものとホトダイオードおよびMOSトランジスタからなるAPS(Active Pixel Sensor)と呼ばれるものがある。

【0003】APSは、1画素毎にホトダイオード、MOSスイッチ、ホトダイオードからの信号を増幅するための增幅回路などを含み、「XYアドレッシング」や「センサと信号処理回路の1チップ化」などが可能といった多くのメリットを有している。近年、MOSトランジスタの微細化技術の向上と「センサと信号処理回路の1チップ化」や「低消費電力化」などの要求の高まりから、注目を集めている。

【0004】図14に従来のASPの画素部およびそれを用いた固体撮像装置の等価回路図を示す。これらは、Eric.R.Fossum氏らによって1995年IEEEのワーキングショップで報告されている。従来技術の構成を、以下簡単に説明する。

【0005】光電変換部は、CCD等で用いられている埋め込み型のホトダイオード(PPD)である。埋め込み型のホトダイオードは、表面に濃いp層を設けることで、その上にあるSiO₂との界面で発生する暗電流を抑制し、また、蓄積部のn層と表面のp層との間にも接合容量を設けることができ、ホトダイオードの飽和電荷量を増やすことができる。

【0006】光電変換部で蓄積した光信号電荷をMOSトランジスタからなる電荷転送手段(TX)を介し浮遊拡散領域(FD)に読み出す。

【0007】この浮遊拡散領域の容量CFDにより信号電荷QsigをQsig/CFDに電圧変換し、不図示のソースフォロワ回路を通して信号を読み出す。

【0008】埋め込み型のホトダイオードのn層に逆バイアスを印加すると、そのバイアスに応じて表面の濃いp層と基板のPウエルの各接合から空乏層は延びる。この時、ホトダイオード内の電子数は、両空乏層に挟まれた中性領域の電子数にほぼ等しく、空乏層幅に比例して減少する。逆バイアス=0voltの時の前述の中性領域の電子数が飽和電荷量に相当する。逆バイアスにより、両空乏層が延び、両空乏層が接続すると、ホトダイオード内は空乏化し、中性領域がなくなる。この時の逆バイアスを以下、空乏化電圧(又は完全空乏化電圧)と称する。更に逆バイアスを印加するとホトダイオード内の電

子濃度は、逆バイアスに対し指数関数的に減少する。上記センサにおいて、読み出した際に、ホトダイオード内が、完全に空乏化すれば、光によって発生した電荷はほぼ完全に浮遊拡散領域に転送されるとともに、ホトダイオード内に電荷はなくなり、電子のリセットが達成される。以下、この様な電荷転送を空乏転送と称する。

【0009】図15は、ホトダイオードの飽和電荷量Q_{sat}と、飽和電荷を読み出した際の拡散浮遊領域の電圧VFD_{sat}(図15の①、②)と飽和電荷量Q_{sat}に対する空乏化電圧(③)を示した図である。Aは実用的なホトダイオードに求められる飽和電荷の下限値、B及びEはVFD_{sat}=空乏化電圧となる飽和電荷量の値、Fは実用的な固体撮像装置の飽和電荷量の上限値を示す。

【0010】VFD_{sat}は以下の式で与えられる。

$$VFD_{sat} = V_{res} - Q_{sat} / CFD$$

V_{res}は、拡散浮遊領域のリセット電圧を示す。

【0012】一般的にホトダイオードの飽和電荷は、ある値以上は必要であり、その下限の値が図15中のAで示す値である。また、前述の空乏転送を達成するためには、

VFD_{sat}≥空乏化電圧、好ましくはVFD_{sat}>空乏化電圧を達成することが求められる。

【0013】よって、図15の①の場合、この関係を満たす空乏化電圧の上限の値が図15中のBで示す値である。

【0014】VFD_{sat}<空乏化電圧の場合、ホトダイオードの逆バイアス電圧はVFDと等しくなり、ホトダイオード内には中性領域が存在し、前述の両空乏層からなる容量と浮遊拡散領域の容量との容量分割で読み出されることになる。それとともに、読み出し後でも、ホトダイオード内には、飽和電荷量Q_{sat}に近い量の残留電子が存在し、空乏転送は実現しない。この時の残留電子が残像およびノイズの原因になる。

【0015】故に、ホトダイオードの飽和電荷量Q_{sat}は、A<Q_{sat}<Bの区間Cを満たすように設計されることが求められる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、飽和電荷量Q_{sat}もしくは空乏化電圧は、製造工程の影響を受けやすいという問題がある。例えば、ホトダイオードのn層を形成する際のイオン打ち込みのドーズ量が10%変動しただけで、空乏化電圧は0.4voltも変動してしまうことがある。

【0017】この結果、製造歩留まりが低くなってしまう。これらの問題を回避する方法の一つとして、拡散浮遊領域のリセット電圧V_{res}の値を上げ、図15の直線②の様にすることで、飽和電荷量Q_{sat}の選択範囲(マージン)を区間A-Eまで広げることができる。この場合には、より高いリセット電圧が必要になる。このことは、信号/ノイズ比を確保するためには高い電源電圧を

確保する必要があることを意味し、この点がAPSの低電圧化を妨げる大きな要因となっている。

【0018】周知のとおり、高い電源電圧は消費電力の上昇をもたらす。又、ロジック回路と集積化する場合にはロジック回路の低い電源電圧とは別にセンサチップ用に別の高い電源電圧を用意する必要がある。これは、APSチップの性能を落すことになる。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、従来よりも、低消費電力で、ノイズの少ない固体撮像装置及びその駆動方法並びに撮像システムを提供することにある。

【0020】本発明の別の目的は、電源電圧やリセット電圧を高くすることなく、空乏転送が可能な固体撮像装置及びその駆動方法並びに撮像システムを提供することにある。

【0021】本発明は、光電変換部と、該光電変換部から信号を出力する出力手段とを有する画素を備えた固体撮像装置の駆動方法において、一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を分割して前記出力手段を介して読み出すことを特徴とする。

【0022】又、別の本発明は、光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電荷電圧変換部に発生した該電圧信号を増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセット手段と、を有する固体撮像装置の駆動方法であって、一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を、前記光電変換部から読み出す読み出し期間において、前記光電荷の一部を前記光電変換部から前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を信号出力線に読み出す初回の読み出し動作を行った後、前記電荷電圧変換部をリセットし、前記光電荷の残りを前記光電変換部から前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を前記信号出力線に読み出す最後の読み出し動作を行うことを特徴とする。

【0023】そして、別の本発明は、光電変換部と、該光電変換部から信号を出力する出力手段とを有する画素を備えた固体撮像装置において、一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を分割して前記出力手段を介して読み出す回路を具備することを特徴とする。

【0024】更に別の本発明は、光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電荷電圧変換部に発生した該電圧信号を増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に所定のリセット電圧を与えてリセットするリセット手段

と、を有する固体撮像装置であって、一単位の蓄積期間中に前記光電変換部に蓄積された光電荷を、前記光電変換部から読み出す読み出し期間において、前記光電変換部から前記光電荷を前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を信号出力線に読み出す初回の読み出し動作を行った後、前記電荷電圧変換部をリセットし、前記光電変換部から前記光電荷を前記電荷電圧変換部に転送し、前記信号増幅手段により増幅された出力信号を前記信号出力線に読み出す最後の読み出し動作を行うように制御する制御回路を具備することを特徴とする。

【0025】本発明によれば、一単位の蓄積期間中に蓄積された光電荷を読み出す際に、読み出し動作を2回以上行うことで、リセット電圧をさほど高めることなく、光電変換部に残留する光電荷を読み出すことができる。さらに、読み出された出力信号を加算すれば広いダイナミックレンジの信号を得ることができる。

【0026】そして、本発明は、第1の蓄積期間中に蓄積された信号を読み出した後、第2の蓄積期間に入り、第2の蓄積期間中に蓄積された信号を読み出し、それらの信号を加算してダイナミックレンジを拡大する公知の技術とは、異なることに留意されたい。

【0027】

【発明の実施の形態】図1、図2及び図3を用いて本発明の基本的な動作原理について詳細に説明する。

【0028】図1は、本発明の原理を説明するための固体撮像装置の一部の断面とそのポテンシャルの関係を模式的に示す図である。

【0029】図2は、本発明の固体撮像装置の駆動方法を示す駆動タイミング図である。

【0030】図3は、本発明の固体撮像装置の一画素の回路図である。

【0031】図1において、(a)は、光電変換部としてのホトダイオードと、電荷転送手段としての転送ゲートと、電荷電圧変換部(半導体拡散領域)としての浮遊拡散領域と、リセット手段としてのリセットスイッチとを含む部分の断面を示している。

【0032】101はホトダイオードのアノードとしても機能するPウェル、102は転送ゲート、103はn型半導体からなる浮遊拡散領域である。

【0033】104はP型半導体からなるホトダイオードの表面p領域、105はn型半導体からなるホトダイオードのカソードとして機能するn領域であり、この表面P領域の存在により埋め込みホトダイオードが形成されている。106は酸化シリコンなどの絶縁膜、107はn型半導体からなるリセット領域であり、配線などを通じて所定のリセット電圧が与られ、該リセット領域は所定のリセット電位に維持される。108は浮遊拡散領域103を所定の電位にリセットするリセットスイッチのリセットゲートである。n領域105と浮遊拡散領域

103の一部は転送スイッチのソース、ドレイン領域となる。浮遊拡散領域103とリセット領域107の一部はリセットスイッチのソース、ドレイン領域となる。浮遊拡散領域103は不図示の信号増幅手段となる増幅用トランジスタのゲートに接続され、信号増幅手段の入力部となる。

【0034】そして、転送ゲート、浮遊拡散領域、リセットスイッチ及び増幅用トランジスタにより出力手段が構成され、ホトダイオードに蓄積された光電荷（ここでは電子）を読み出すために用いられる。

【0035】この構成が用いられた固体撮像装置の一画素の回路図は図3のようになり、505がホトダイオード、Q1が転送スイッチ、Q2がリセットスイッチ、Q3が増幅用トランジスタで示されている。Q4は画素を選択するとともに増幅用トランジスタから電流増幅された出力信号を読み出す選択スイッチである。

【0036】図1において、(b)は転送スイッチをオンして電荷の一部を転送している時の状態を示し、(c)は転送スイッチをオフした直後の状態を示し、(d)はリセットスイッチをオンして浮遊拡散領域をリセットした後リセットスイッチをオフした直後の状態を示し、(e)は再び転送スイッチをオンして残留電荷を空乏転送した状態を示している。

【0037】時系列的には(a), (b), (c), (d), (e)の順で動作が進行する。

【0038】上述した動作を含めた駆動タイミングの概略について図2を参照して説明する。

【0039】なお、図2中の「リセット」は、リセットするためのMOSトランジスタへの駆動パルスに限定されるものではなく、リセット動作全般を示し、パルスがハイ(ON)状態にあることは、そのリセット動作を行っていることを示している。また、「読み出し」についても同様であり、この「読み出し」は読み出し動作全般をさし、パルスがハイ(ON)状態にあることは、その読み出し動作を行っていることを示している。

【0040】まず、ホトダイオードへの光電荷の蓄積が開始される。

【0041】必要に応じて、期間T0において、選択スイッチQ4をオンして、浮遊拡散領域103のリセット電圧に基づく信号を読み出す。この信号は増幅用トランジスタにより増幅されるので、この画素のノイズ信号とみなすことができる。

【0042】次に、期間T1において、図1の(b)に示すように、転送スイッチをオンして蓄積期間の途中でホトダイオード505のn領域105からから浮遊拡散領域103に光電荷の一部を転送する。

【0043】転送後において、飽和状態に近い強い光で露光されたホトダイオードでは、図1の(c)に示すように、光電荷の残部が残っている。非常に弱い光で露光されたホトダイオードでは、全ての電荷が転送されるこ

ともある。

【0044】期間T3において、選択スイッチQ4をオンして、浮遊拡散領域103に転送された電荷に基づいて増幅された出力信号を読み出す。

【0045】そして、期間T4において、リセットスイッチQ2をオンして、浮遊拡散領域の電位をリセットする。リセット後の状態が図1の(d)に示した状態である。

【0046】更に、必要に応じて、期間T5において、選択スイッチQ4をオンして、浮遊拡散領域103のリセット電圧に基づく信号を読み出す。この信号は増幅用トランジスタにより増幅されるので、この画素のノイズ信号とみなすことができる。

【0047】期間T6において、再び、転送スイッチをオンして蓄積期間を終了させ、ホトダイオード505のn領域105から浮遊拡散領域103に光電荷の残部を転送する。このときの状態を図1の(e)に示す。

【0048】機械式シャッターなどの固体撮像装置外部のシャッターにより、蓄積時間を制御しない場合には、厳密に言えば期間T1における転送時の蓄積時間より、期間T6における転送時の蓄積時間の方が長くなる。しかしながら、期間T1以前の蓄積時間(露光時間が)十分に長いために、期間T1終了から期間T6開始までの時間は無視することができる。

【0049】期間T6終了後には、全てのホトダイオード505のn領域105が空乏化しているので、全ホトダイオードが初期状態にリセットされることになる。このときホトダイオードが露光されれば、この期間T6終了後から次の蓄積期間が開始となる。

【0050】更に、期間T7において、選択スイッチQ4をオンして、浮遊拡散領域103の転送電荷に基づく信号を読み出す。そして、画素外の回路において、必要に応じて、期間T3において読み出した信号と、期間T7において読み出した信号を加算する。

【0051】期間T7終了後、リセットスリッチQ2を再びオンして、浮遊拡散領域103の電位をリセットする。

【0052】本実施形態による作用について詳述する。

【0053】ここで再び図15を参照して、ホトダイオードの飽和電荷量 Q_{sat} がB-F間の値である場合について考える。

【0054】この場合、浮遊拡散領域103に与えるリセット電圧を高くして、B-F間で $V_{Fdsat} >$ 空乏化電圧とすれば、一回の転送動作で空乏転送が実現できる。

【0055】これに対して、直線①のようにリセット電圧を低くした場合、直線①、③の関係より、ホトダイオードに飽和電荷量相当の電荷が蓄積されている状態で転送スイッチを開く(図2のT1期間に転送ゲート102をハイレベルとして転送スイッチをオンする)と、 $V_{Fdsat} <$ 空乏化電圧のため、転送動作によってもホトダイ

オード内には、多くの電荷が残留している。その様子は図1の（b）に示したとおりである。

【0056】従来の技術のうち、ある一つの方法では、この状態で転送スイッチを閉じ（図2のT2期間のように転送ゲート102をローレベルとして転送スイッチをオフし）、次の蓄積を開始していた。よって、ホトダイオードでは、次の蓄積期間に蓄積された信号電荷を読み出す時に、前回転送しきれなかった残留電荷が混ざった信号となり、残像の原因となっていた。

【0057】この問題を解決するために、ホトダイオードの空乏化電圧を更に下げる方法を採用すると、固体撮像装置で取り扱える電荷量が少くなり、固体撮像装置としての性能が十分に発揮できないことになる。そこで、取り扱い電荷量を確保するために、やむを得ず電源電圧を高くしていた。

【0058】このため、画素部に微細なMOSトランジスタを使用することが難しく、APSセンサの微細化が困難になっていた。

【0059】本発明においては、初回（1回目）の信号読み出し期間T3が終了した後、図2のリセット期間T4においてリセットゲート108をハイレベルとしてリセットを行う。そうすると、図1の（d）のように信号増幅手段の入力となる浮遊拡散領域103が一旦リセットされる。その後、期間T6において、転送ゲート102をハイレベルとして転送スイッチを開いて信号転送を行い、図1の（e）の様に残留電荷を読み出し、その後期間T7において、前回の信号読み出しで読み出せなかつた信号分を読み出す。こうして、ホトダイオードに蓄積された光電荷は全て転送され、ホトダイオードは完全空乏化する。

【0060】この後、浮遊拡散領域のリセットを行えば、今回の蓄積期間に基づく残像はなくなる。

【0061】また、必要であれば、更に信号増幅手段の入力部となる浮遊拡散領域103を一旦リセットした後に3回目の読み出す動作を行ってもよい。勿論、4回以上の読み出し動作を行っても良い。

【0062】さらに、ホトダイオード内の電荷が充分読み出せる回数だけ、前述の読み出し動作を繰り返し行えば、残像もなくホトダイオードが取り扱える最大電荷を読み出すことができる。

【0063】また、本発明においては、前述の信号増幅手段からの信号を加算すること、たとえば、前述のように、3回の読み出し動作を行って得られた信号増幅手段からの3回分の出力を加算することで、より多くの光電荷信号の情報を読み出すことができる。

【0064】従来センサからの出力信号を加算するという考え方には有ったものの、そのような技術は、カメラの測光センサなどに代表されるよう実質的に蓄積時間が異なる出力を加算するものであった。

【0065】また、同一の蓄積時間の信号を加算する技

術としては、色処理などに代表されるように、他画素の信号を加算する技術であった。

【0066】これに対して、本発明の実施形態では、同一画素の一単位の蓄積時間の信号を分割して読み出し加算する。

【0067】加算する手段は、幾つかあり、例えば、信号増幅手段からの出力をデジタル変換した後、デジタル的に加算するA/D変換器とデジタル加算回路を採用することができる。また各回数の出力に重み付けをして加算する重み付け加算回路を採用してもよく、重み付け加算することで光量の範囲に応じ感度やガンマを変えることができる。また、デジタル変換前にアナログ的に加算するアナログ加算器を用いても良い。

【0068】特にホトダイオードが埋め込み型ホトダイオードであった場合は、各転送動作毎には、リセットノイズなどのノイズが重複されないため、加算した情報は、電源電圧を高くし1回の読み出しで読み出した情報と何ら遜色のないものである。

【0069】この点について、以下さらに詳細に述べる。

【0070】前述のようにホトダイオード内の電荷すべて転送できる回数だけ、前述の転送・読み出し動作を繰り返し行い、その信号を加算する。ここで重要なのは、仮に各読み出し時に読み出される電荷がばらついたとしても埋め込みホトダイオードを用いた場合、最終的には全電荷を読み出すため、加算すれば全電荷量になる。よって、読み出しを分割することによるノイズは乗らないところである。具体的な例で説明すると、蓄積の結果、電荷が100個蓄積され、各回の読み出しが、1回目で50個の電荷、2回目で40個の電荷が読み出された場合、埋め込みホトダイオード内には10個の電荷しか残っていないため3回目は10個となる。従って、加算した結果は、100個となる。原理的には各回での読み出し電荷の数は揺らぎ、1回目が48個の電荷、2回目が38個の電荷が読み出される場合もあるが、この場合は埋め込みホトダイオード内には、14個の電荷しか残っていないため、3回目は14個となり、加算した結果は、100個となる。

【0071】この結果、ホトダイオードは所望の飽和電荷量Q_{sat}を転送できる条件、V_{res}>空乏化電圧を満たせばよいことになり、従来技術と比較して、より一層の低電圧化が可能である。

【0072】以上述べた通り、本発明によれば、読み出し動作を2回以上行うことで光電変換部に残留する光電荷を読み出すことができ、さらに読み出された信号を加算することにより、広いダイナミックレンジの光信号を得ることができる。

【0073】当然のことながら本発明は、画素が1次元に配列されたリニアセンサおよび画素が2次元に配列されたエリアセンサのいずれにも有効であるが、画素縮小

にニーズの強いエリアセンサにおいては、トランジスタのタイプや数に制限が多く、回路的な対応がとれない部分、本発明はより有効に用いられる。

【0074】(実施形態1) 本実施形態に用いた画素の等価回路図は図3に示したものと同じであり、本実施例はこの画素を2次元に配列してエリアセンサとしたものである。

【0075】図3において、505が光電変換部にある埋め込み型のホトダイオードである。埋め込み型のホトダイオードは、本実施例においては、基体に形成されたp型半導体からなるウエル中に、光電荷を蓄積するためのn型の蓄積層と、このn層とその上の絶縁層との間に表面の暗電流を抑えるための不純物濃度の高いP型半導体からなるp⁺層とを設け、図1に示したような埋め込みホトダイオードとした。このホトダイオードの空乏化電圧は、1.0 voltである。

【0076】信号増幅手段Q3としてソースフォロワーアンプの入力トランジスタとしてnMOSトランジスタを、選択スイッチQ4として読み出す行を選択するためのnMOSトランジスタを用いた。

【0077】不図示ではあるが、ソースフォロワの負荷として定電流負荷を信号出力線504に接続している。

【0078】ソースフォロワの入力端子をリセットするためのリセットスイッチQ2としてnMOSトランジスタを用いた。

【0079】ホトダイオード505の光信号を入力部に転送するための転送スイッチQ1として、ホトダイオードのn層と浮遊拡散領域との間の領域上に転送ゲートを設けた。この転送ゲートが信号増幅手段であるソースフォロワの入力部への電荷転送手段にあたる。

【0080】501はリセット用及び増幅用の基準電圧を与える電源線、502はリセットスイッチQ2の動作を制御するためのリセットスイッチ線、503は選択スイッチQ4の動作を制御するための選択スイッチ線、506は転送スイッチの動作を制御するための転送スイッチ線である。

【0081】図4は、本発明に用いられる、加算手段を備えた読み出し回路の模式的な回路図である。

【0082】図4において、601は、画素であり、図3に示す画素を簡略して表現したものである。

【0083】各画素の出力は、信号出力線604に接続されている出力信号保持手段602に読み出される。出力信号を一旦保持するための出力信号保持手段602には、具体的には複数の容量素子を用いることができる。本実施形態の場合、初回（1回目）の読み出し時には図4中のスイッチS1を開閉し、出力信号を容量に保持する。2回目の読み出し時には、スイッチS2を開閉して、別の容量に出力信号を保持し、最後（3回目）の読み出し時には、スイッチS3を開閉して、更に別の容量に出力信号を保持する。

【0084】各容量に保持された信号は、信号加算手段603としてのアナログ加算器により加算され、水平走査回路605で時系列信号に変換されて、出力アンプ606より出力される。

【0085】図4の回路は減算処理手段を含んでいないが、出力信号保持手段602に減算処理手段を含むように構成することもできる。この場合には、減算処理されノイズが除去された信号が出力信号加算手段603で加算され、水平走査回路605により出力線に出力され、出力アンプ606を介して出力されることになる。

【0086】加算手段603としては、図5に示すようなクランプ方式の加算回路を用いることも出来る。

【0087】図5において、3つの入力端子には容量素子（クランプ容量）が直列に接続されており、容量素子の出力側にはリセット用スイッチとソースホロワからなる増幅用トランジスタが接続されている。読み出された出力信号は3つのクランプ容量により加算されて、増幅用トランジスタから出力される。

【0088】駆動タイミングの概略は以下のとおりである。

【0089】転送スイッチQ1のオフ状態あるいはシャッターを開くことにより、ホトトランジスタへの露光を開始する。

【0090】1フィールド走査期間あるいは1フレーム走査期間に相当する期間を経た後、リセットスイッチQ2をONからOFFにしソースフォロワの入力部をリセットした後にフローティング状態にする。

【0091】次に、転送スイッチQ1を開閉し、ホトダイオード505に蓄積された光電荷の一部をソースフォロアの入力部に転送する。

【0092】画素の選択スイッチQ4をオンするとともに、スイッチS1を開閉することにより容量602に出力信号を保持する。

【0093】再び、リセットスイッチQ2を開閉し、ソースフォロアの入力部をリセットしフローティング状態にする。転送スイッチQ1を開閉し、ホトダイオード505に蓄積された光電荷の残りの一部をソースフォロアの入力部に転送する。

【0094】先ほどと同様、今度は2回目の読み出し信号を得るために、画素の選択スイッチQ4をオンするとともに、スイッチS1を開閉することにより容量602に出力信号を保持する。

【0095】3回目の読み出し信号を得るために、リセットスイッチQ2を開閉し、ソースフォロアの入力部をリセットしフローティング状態にてから、転送スイッチQ1を開閉し、ホトダイオード505に蓄積された光電荷の残りの一部をソースフォロアの入力部に転送する。そして、画素の選択スイッチQ4をオンするとともに、スイッチS1を開閉することにより容量602に出力信号を保持する。

【0096】本実施の形態によれば、飽和状態にあるホトダイオードから信号を転送し読み出す場合であっても、3回の転送及び読み出し動作により、ホトダイオードを完全に空乏化させることができる。蓄積電荷量が少ないホトダイオードにおいては、2回目の転送動作によって完全に電荷が転送され、ホトダイオードは完全空乏化リセットされる。さらに蓄積電荷量がより少ないホトダイオードにおいては、一回目の転送動作によって空乏化リセットが達成されるものもある。

【0097】従来は、ソースフォロワの出力信号振幅を2.5volt確保するために、電源電圧=5.0volt、リセット電圧=3.5volt、で駆動せざるを得なかった。

【0098】一方、本実施の形態では、電源電圧=3.3volt、リセット電圧=1.8voltに下げたにも関わらず、従来と同等の良好な光信号を得ることができる。

【0099】また、前述の性能を達成するために、従来は、電源電圧が5.0voltを必要とし、0.8μmルールのMOSトランジスタプロセスを使用せざるを得なかつたのに対し、本実施の形態では、電源電圧を3.3voltにすることでき、0.35μmルールのMOSトランジスタを用いることができる。

【0100】(実施形態2) 本実施形態による固体撮像装置の各画素の物理的構成及び回路構成は、実施形態1と同じである。

【0101】実施形態1と異なる点は、読み出し回路として図6に示した回路を用いた点にある。

【0102】図6は、本発明に用いられる、加算手段を備えた読み出し回路の模式的な回路図である。

【0103】各画素の出力は、信号出力線704に接続されている出力信号保持手段702に読み出される。出力信号を一旦保持するための出力信号保持手段702には、具体的には複数の容量素子を用いることができる。本実施形態の場合、初回(1回目)の読み出し時には図6中のスイッチS1を開閉し、ノイズ信号及び出力信号を容量に保持する。2回目の読み出し時には、スイッチS2を開閉して、別の容量にノイズ信号及び出力信号を保持し、最後(3回目)の読み出し時には、スイッチS3を開閉して、更に別の容量にノイズ信号及び出力信号を保持する。

【0104】各容量に保持されたノイズ信号及び出力信号は、水平走査回路705で時系列信号に変換されて、出力アンプ706より出力される。

【0105】駆動タイミングチャートを図7に示す。

【0106】リセットスイッチQ2をONからOFFにしソースフォロワの入力部をリセットした後にフローティング状態にする。画素の選択スイッチQ4をオンして、このリセット動作により発生したリセットノイズを出力信号線704に読み出し、スイッチS1の一方を開閉してノイズ信号を保持するための容量に転送する。図7の読み出し用のハイレベルパルスS1(N)はスイッ

チS1の一方を開く信号である。

【0107】次に、転送スイッチQ1を開閉し、ホトダイオード505から光信号をソースフォロアの入力部に転送し、光信号成分を入力部に残留するリセットノイズに重複させる。選択スイッチQ4をオンしてこの光信号を出力線704に読み出し、この信号をもう一つの容量にスイッチS1の他方を開いて保持する。図7の読み出し用のハイレベルのパルスS1(S)はスイッチS1の他方を開く信号である。

【0108】その後、再びリセットスイッチQ2を開閉し、ソースフォロアの入力部をリセットしフローティング状態にする。先ほどと同様、今度は2回目の読み出し信号を得るために、ハイレベルのパルスS2(N)、S2(S)によりスイッチS2を順次開閉し、出力信号を夫々の容量にリセットノイズと光信号とを保持する。

【0109】更に、3回目の読み出し信号を得るために、同様にハイレベルのパルスS3(N)、S3(S)でスイッチS3を順次開閉しノイズと出力信号を夫々の容量に保持する。

【0110】本実施例においては、3回目の読み出しにより、飽和状態あるいはシステム上最大蓄積量の電荷が蓄積された状態にある埋め込みホトダイオード内の電荷が全て転送できるように、ホトダイオード並びにリセット電圧を設計している。

【0111】従来は、ソースフォロワの出力信号振幅を2.5volt確保するために、電源電圧=5.0volt、リセット電圧=3.5volt、で駆動せざるを得なかった。

【0112】一方、本実施例では、電源電圧=3.3volt、リセット電圧=1.8voltに下げたにも関わらず、従来と同等の良好な光信号を得ることができた。

【0113】また、前述の性能を達成するために、従来は、電源電圧が5.0voltを必要とし、最小線幅0.8μmルールのMOSトランジスタプロセスを使用せざるを得なかつたのに対し、本実施例では、電源電圧を3.3voltにできるとともに、最小線幅0.35μmルールのMOSトランジスタを用いることができた。

【0114】(実施形態3) 図8は、本実施形態による1画素及び読み出し回路の回路図である。

【0115】901、901'はリセット用電圧及び増幅用トランジスタの電源電圧を与える電源線、902、902'はリセットスイッチQ2、Q2'の動作を制御するリセットスイッチ線、904は信号出力線、905はホトダイオード、906、906'は転送スイッチQ1、Q1'の動作を制御する転送スイッチ線である。

【0116】実施形態1、2においては、1画素に一つソースフォロワを配置したものであり、読み出すたびに時系列的にソースフォロワの入力部をリセットしていた。

【0117】本実施形態においては、1画素に2つのソ

ースフォロワQ3およびQ3'を配置されている。ここでは、ソースフォロアQ3およびQ3'の入力部を、リセットスイッチQ2、Q2'をオンすることにより同時にリセットする。

【0118】その後、選択スイッチQ4とスイッチS1のノイズ用のスイッチおよび選択スイッチQ4' とスイッチS2のノイズ用のスイッチを順次閉鎖し、リセットノイズ信号をそれぞれスイッチS1、S2に接続されるノイズ用の容量に保持する。

【0119】続いて、転送スイッチQ2、Q2'を順次または同時に開閉し、ソースフォロアQ3およびQ3'の入力部に電荷を転送し、順次、選択スイッチQ4、Q4'を開閉して、光信号情報を含んだ信号出力をそれぞれスイッチS1、S2に接続される信号用の容量に信号を保持する。

【0120】そして、水平走査回路を用いて信号を加算しながら出力し、差動アンプによりノイズ抑制処理を施し、出力する。

【0121】(実施形態4) 図9は本実施形態による固体撮像装置の回路図である。

【0122】ここでは、第1の信号出力線904と平行に第2の信号出力線904'を配置し、ソースフォロアQ3'の出力を第2の信号出力線に読み出すことで、ノイズ信号および光信号を含んだ信号出力の読み出しを並列に行うことができる。つまり、選択スイッチQ4、Q4'を同時に開閉することができる。

【0123】本実施形態により、実施形態1と同様に低電圧でかつ広いダイナミックレンジの光信号を得ると同時に、画素サイズは大きくなるものの実施形態1、2に比べ読み出しの時間を短縮することができた。

【0124】(実施形態5) 例えば、実施例1の固体撮像装置の読み出し回路を変更して、順次読み出しを行った信号を夫々デジタル信号に変換してからデジタル処理により信号の加算を行うこともできる。

【0125】このデジタル処理においては、重みを可変とした、重み付け加算を簡単に行うことができるので、その結果、例えば、図10に示すように、信号の加算をプログラマブルに設定できる。この方法を用いれば、例えば、光量の範囲に応じ感度を変えることができる。

【0126】(実施形態6) 本実施の形態による固体撮像装置の回路を図11に示す。基本的な構成や動作は実施形態2と同じである。異なる点は、ソースフォロワの入力部たる電荷電圧変換部の容量CFDを小さくして一信号出力あたりの読み出し容量の組を3組から2組に減らして、2回の動作で転送及び読み出しを行うようにした点である。

【0127】具体的には、感度を向上させるためにソースフォロワの入力部たる電荷電圧変換部の容量CFDを4fF程度にした。

【0128】CFD=7fF程度では、入力部における1

電子あたりの電荷変換係数は、 $2.3\mu V/\text{電子}$ である。

【0129】本実施形態では、CFD=4fF程度に設計し、電荷変換係数を $4.0\mu V/\text{電子}$ とした。

【0130】従来技術では、感度を上げるために、容量値を小さくしてしまうとその分ダイナミックレンジは小さくなってしまっていた。具体的には取り扱い電荷が57%に減少してしまい、感度の向上とダイナミックレンジの拡大は両立することが困難であった。

【0131】本実施形態例では、電源電圧=5.0voltとし、2回の読み出しにより、ホトダイオード内に蓄積できる最大電荷量を完全に転送し読み出すことが可能であり、この2回の読み出しによる信号を共通の水平出力線上で加算した。この結果、ダイナミックレンジを確保しつつ、感度を約2倍に向上させることができる。

【0132】(実施形態7) 本実施形態の固体撮像装置の3画素の回路図を図12に示す。

【0133】本実施形態は、3つのホトダイオードからなる光電変換部と3つの転送スイッチに対し、一つの増幅手段であるソースフォロワアンプ、選択スイッチ及びリセットスイッチが接続されて3画素を構成している。

【0134】1301は電源線、1302はリセットスイッチ線、1303は選択スイッチ線、1305a～1305cはホトダイオード、1306は転送スイッチ線である。

【0135】本実施形態の特徴は、各ホトダイオード部の信号をそれぞれの転送スイッチを開閉することで選択的に読み出せる一方、3つの転送スイッチを同時に開閉することでソースフォロワの入力端子上で3つホトダイオードの信号を加算できるところにある。3つのホトダイオードを加算した場合は、1つのホトダイオードの場合と比較して信号量が増加する。従来では、加算しても、ソースフォロワの入力端子上での信号振幅で制限されてしまっていたが、転送動作を複数回繰り返すことにより一単位の蓄積期間に蓄積された電荷に基づく信号をよみだせば、本発明を適用することで、加算したすべての信号を読み出すことができる。

【0136】また、本発明においては、初回に読み出した信号を使わずに、2回目或いはそれ以降の信号を用いるモードを選択して、所定の露光量以上の信号のみを抽出できるようにすることも可能である。

【0137】例えば、3回以上の読み出しを行う場合に、初回の信号を加算せずに、2回目読み出し信号のみを選択して加算すれば、デジタル演算することなしに、ある露光量以上の信号を簡単に抽出することができる。

【0138】また、画素部分の駆動に用いられる電源を3.3voltにすることができるため、単一の電源でアナログデジタル変換器とともに駆動をすることができる。さらには、画素部分とアナログデジタル変換器を同一のチップ上に作製することができる。

【0139】図13に本発明による上記撮像装置を用いたシステム概略図を示す。

【0140】同図に示すように、光学系71を通って入射した画像光は固体撮像装置72上に結像する。固体撮像装置72によって光情報は電気信号へと変換される。その電気信号は信号処理回路73によってホワイトバランス補正、ガンマ補正、輝度信号形成、色信号形成、輪郭補正処理等予め決められた方法によって信号変換処理され、出力される。信号処理された信号は、記録系、通信系74により情報記録装置により記録、あるいは情報転送される。記録、あるいは転送された信号は再生系77により再生される。固体撮像装置72、信号処理回路73はタイミング制御回路75により制御され、光学系71、タイミング制御回路75、記録系・通信系74、再生系77はシステムコントロール回路76により制御される。タイミング制御回路75により独立読み出しか、加算・間引き読み出しかを選択することができる。

【0141】70は必要に応じて設けられ、固体撮像装置72の露光時間を定める機械式シャッターである。

【0142】以上説明したように、本発明の実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 電源電圧を下げても広いダイナミックレンジのセンサ信号を得ることができる。

(2) 上記(1)の効果により、より微細なMOSトランジスタを使用することができ、画素の縮小化が可能となる。

(3) 微細なMOSトランジスタの使用が可能になったため、単一の電源で、高性能なデジタルICとの使用が可能となる。

(4) 微細なMOSトランジスタの使用が可能になったため、単一の電源で、高性能なデジタルICとの1チップ化が可能となる。

(5) ダイナミックレンジを劣化させることなく、感度向上が可能となる。

【0143】

【発明の効果】本発明によれば、従来よりも、低消費電力で、ノイズの少ない固体撮像装置及びその駆動方法並びに撮像システムを提供することができる。

【0144】或いは、電源電圧やリセット電圧を高くすることなく、空乏転送が可能な固体撮像装置及びその駆動方法並びに撮像システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる固体撮像装置の画素部構成とその動作を説明するための模式図である。

【図2】本発明による、画素部の駆動タイミング図である。

【図3】本発明に用いられる画素部の代表的な回路図である。

【図4】本発明に用いられる加算回路を有する読み出し回路の模式的な回路図である。

【図5】本発明に用いられる加算回路の一例を示す図である。

【図6】本発明に用いられる別の加算回路を有する読み出し回路の模式的な回路図である。

【図7】本発明に用いられる画素部の駆動タイミング図である。

【図8】本発明に用いられる別の固体撮像装置の回路図である。

【図9】本発明に用いられる更に別の固体撮像装置の回路図である。

【図10】光量と演算後の出力信号の関係の一例を示す図である。

【図11】本発明に用いられる他の読み出し回路の回路図である。

【図12】本発明に用いられる他の固体撮像装置の画素部の回路図である。

【図13】本発明に用いられる撮像システムのブロック図である。

【図14】従来の固体撮像装置の動作を説明するための模式図である。

【図15】ホトダイオードの飽和電荷量と浮遊拡散領域の電位の関係を示す図である。

【符号の説明】

101 P ウエル

102 転送スイッチのゲート

103 浮遊拡散領域

104 ホトダイオードの表面 p 領域

105 ホトダイオードの n 領域

106 酸化膜

107 リセット領域

108 リセットスイッチのゲート

501 電源線

502 リセットスイッチ線

503 選択スイッチ線

504 信号出力線

505 埋め込み型のホトダイオード

506 転送スイッチ線

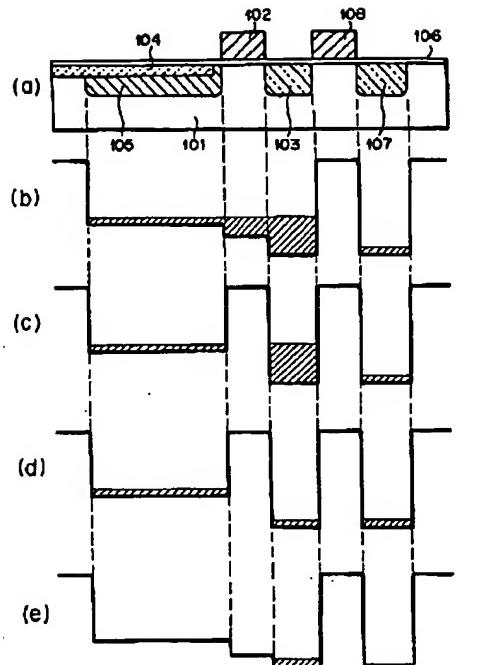
Q1 転送スイッチ

Q2 リセットスイッチ

Q3 入力MOSトランジスタ（信号増幅手段）

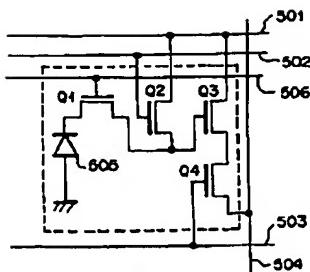
Q4 選択スイッチ

【図1】



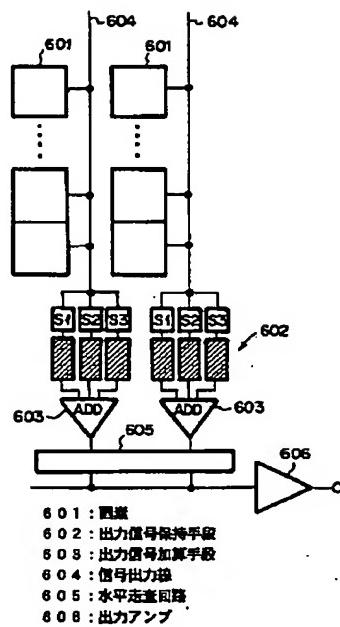
101: PWL
102: 電極
103: 浮遊状態領域
104: ホトダイオードの表面p領域
105: ホトダイオードn領域
106: 距離
107: リセット領域
108: リセットゲート

【図3】



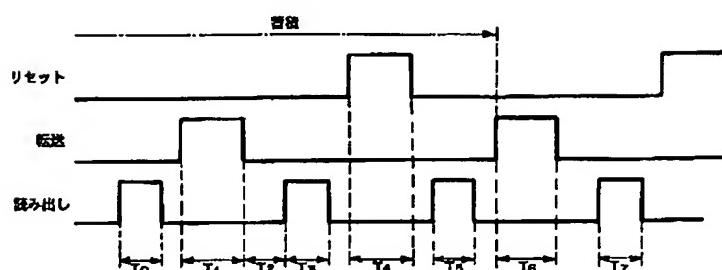
501: 電源
502: リセットスイッチ線
503: 選択スイッチ線
504: 信号出力線
505: ホトダイオード
506: 伝送スイッチ線

【図4】

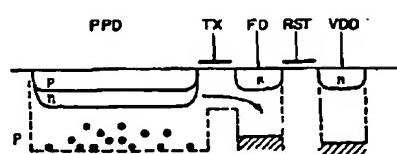
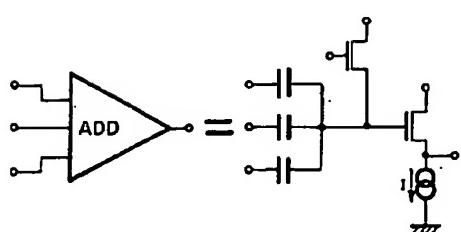


601: 電源
602: 出力信号保持手段
603: 出力信号加算手段
604: 信号出力線
605: 水平走査回路
606: 出力アンプ

【図2】

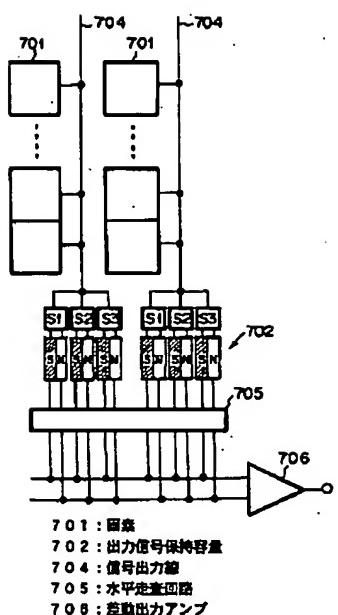


【図5】

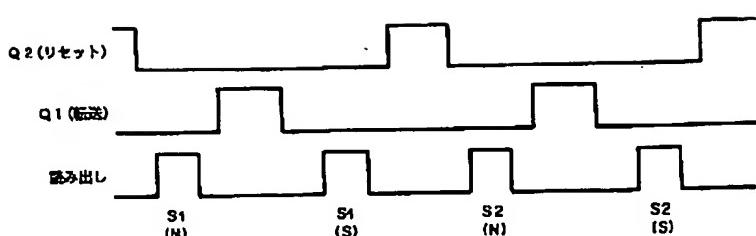


【図14】

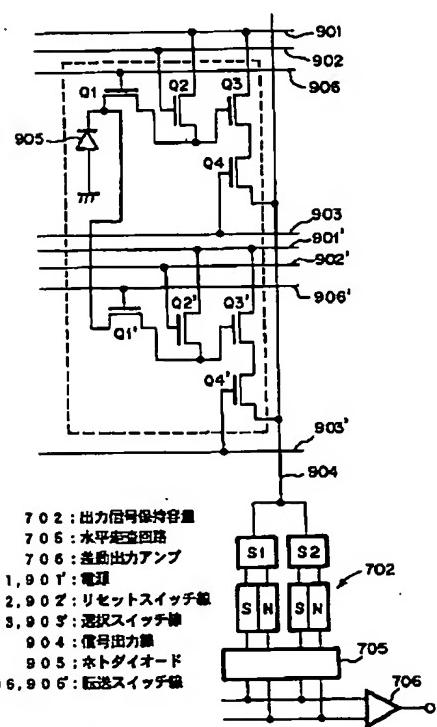
【図6】



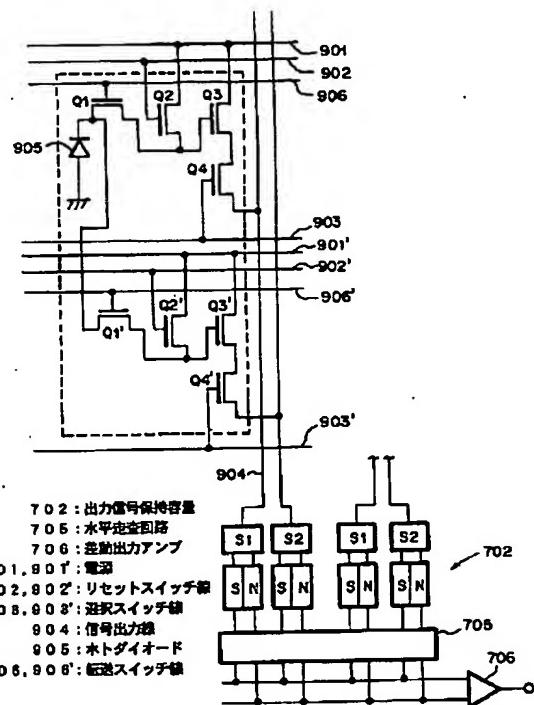
【図7】



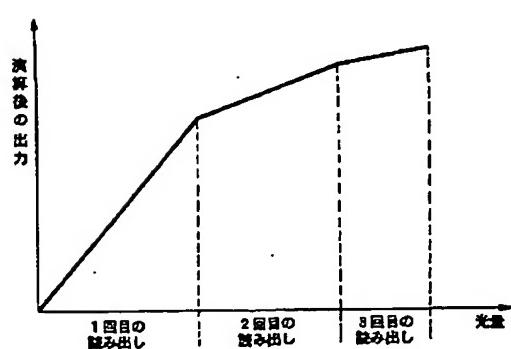
【図8】



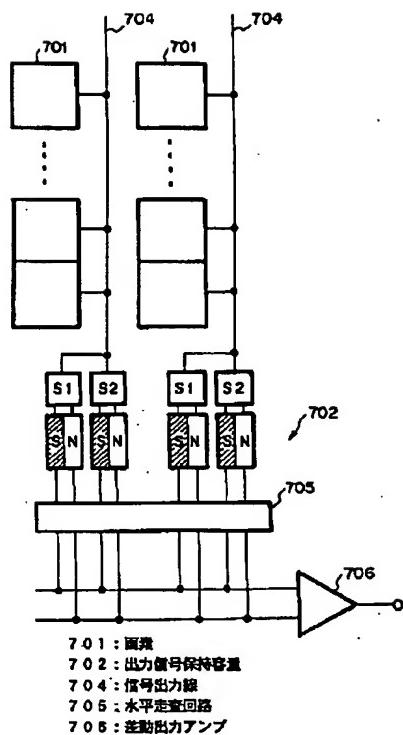
【図9】



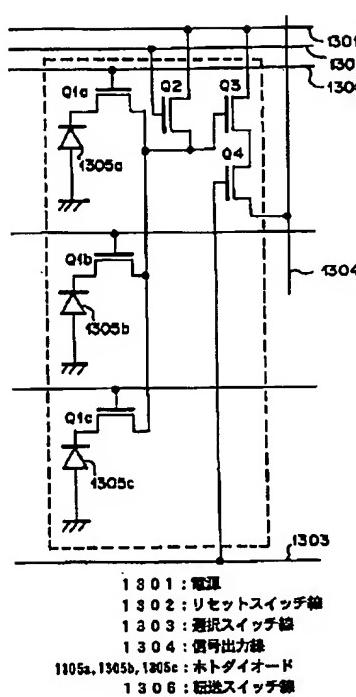
【図10】



【図11】

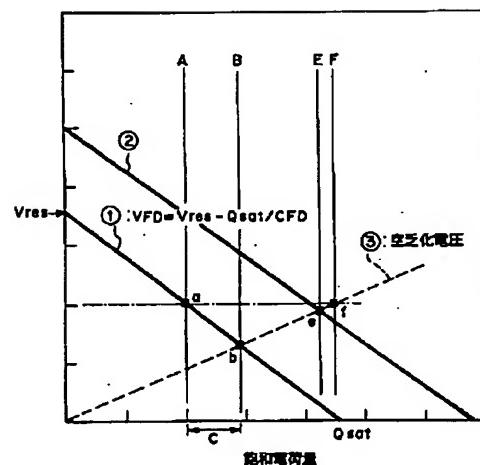
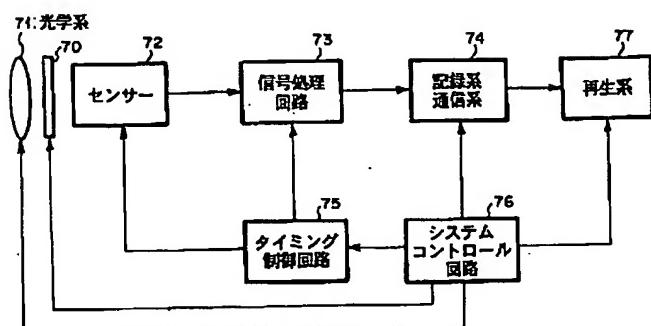


【図12】



【図13】

【図15】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.